Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 1, Apr. May. 2017, p. 1- 13

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۳، شماره ۱، فروردین-اردیبهشت ۱۳۹۶ ص.۱۳-۱

بررسی اثر مقادیر مختلف ژلاتین و گوار بر ویژگی‌های حسی، بافتی و رنگ پاستیل بر پایه توت سفید

شادی بصیری[*1] - فخری شهیدی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۱۴

چکیده

توت سفید میوه‌ای با ارزش تغذیه ای بالاست. توت به علت داشتن درصد رطوبت بالا، عمر نگهداری زیاد ندارد. توت خشک و شیره توت از جمله فراورده‌های متداول بدست آمده از توت هستند. هدف از این پژوهش، تولید پاستیل توت به‌عنوان فراورده‌ای نوین از توت با زمان نگهداری طولانی و ارزش افزوده بالا است که بتواند بصورت یک میان وعده سالم و در مواردی جایگزین قند (برای مصرف با چای و قهوه) مطرح باشد. در این تحقیق برای تهیه پاستیل توت، از ترکیبات هیدروکلوئیدی شامل ژلاتین (صفر، ۱ و ۲ درصد) و گوار (صفر، ۰/۵ و ۱ درصد)، استفاده شد. ویژگی‌های حسی، بافتی و پارامترهای رنگی (L*، a* و b*) نمونه‌های حاصل مورد بررسی قرار گرفتند. افزایش غلظت گوار باعث افزایش میزان پیوستگی، الاستیسیته و قابلیت جویدن و کاهش چسبندگی نمونه‌ها شد. در بین فرمول‌های مورد بررسی، پاستیل توت حاوی ۱ درصد گوار و ۱ درصد ژلاتین با داشتن کمترین میزان سختی، چسبندگی به دندان و قابلیت جویدن (اهم خواص حسی و بافتی مشترک) و همچنین ویژگی‌های رنگی مناسب، به‌عنوان فرمول بهینه تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: پاستیل توت، خصوصیات بافتی، ویژگی‌های حسی، ویژگی‌های رنگی، هیدروکلوئید.

مقدمه

توت سفید با نام علمی(*Morus alba* L.) متعلق به گونه موروس[3] و از خانواده موراسه[4] است. تاکنون ۲۴ گونه و حداقل ۱۰۰ واریته از آن شناسایی شده است (Machii, 2000). درخت توت بومی کشور چین است ولی امروزه در بسیاری از کشورهای جهان مثل تایلند، هند، ترکیه، ارمنستان، سوریه، ایران و تمام کشورهای اطراف دریای مدیترانه وجود دارد. بر اساس سوابق علمی بنظر می‌رسد که توت سفید در دوران هخامنشیان به ایران وارد شده است. این درخت توانسته هم در نواحی مرطوب و پر آب شمال ایران و هم در نقاط خشک و کم‌آب مانند خراسان و آذربایجان پرورش یابد. توت گیاهی یک پایه است. در اواسط اردیبهشت ماه به گل نشسته و بسته به شرایط آب و هوایی از اواسط خرداد تا اوایل مرداد ماه برداشت می‌شود. توت درختی نور پسند، کم‌توقع و مقاوم به سرما و شرایط محیطی است و تا ۲۰۰ سال عمر می‌کند. پراکندگی جغرافیایی توت بیشتر در مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیری جهان است. میوه آن استوانه‌ای یا بیضی شکل کشیده است. طول میوه آن ۱ تا ۳ سانتی‌متر است و تک تک دانه‌ها با میوه‌های ساده خود دور محور اصلی میوه چسبیده و یک میوه مرکب را به وجود می‌آورند. توت بصورت تازه، خشک یا شیره توت نیز مصرف می‌شود. اهمیت توت از آنجا مشخص می‌شود که تقریبا ۴۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح مشاهده شده است (شهرستانی، ۱۳۷۷).

توت میوه‌ای پر خاصیت و با کالری زیاد است. با داشتن آهن و ویتامین C برای کسانی که دچار کم‌خونی هستند، توصیه می‌شود. این میوه حاوی فیبر فراوان بوده و فیبرهای نامحلول موجود در توت کالری موجود در بدن را کاهش می‌دهد. ویتامین A توت موجب رشد ناخن و تقویت چشم می‌شود. توت منبع خوبی از مواد معدنی مانند پتاسیم که نقش مهمی در تنظیم ضربان قلب و فشار خون دارد و همچنین منگنز و منیزیم است. منگنز نیز در بدن به‌عنوان یک کوفاکتور برای آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و سوپر اکسید دیسموتاز عمل می‌کند. توت سرشار از ویتامین‌های گروه B کمپلکس و ویتامین K

۱- استادیار، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی ، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
۲- استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.
(* - نویسنده مسئول: Email: shbasiri35@yahoo.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v1395i0.42322
3 Morus
4 Moraceae

می‌باشد. همچنین حاوی مقادیر بسیار خوبی از ویتامین B_6، نیاسین، ریبوفلاوین و اسیدفولیک است. این ویتامین‌ها به‌عنوان کوفاکتور عمل می‌کنند و به بدن در سوخت‌وساز کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها کمک می‌کنند. توت به علت داشتن انواع ویتامین‌های گروه B در کاهش اضطراب و عصبانیت نیز موثر است. توت سفید به‌عنوان منبع غنی از فلاوونوئیدها است. اسیدهای چرب غیراشباع غالب موجود در توت سفید، اسید لینولئیک و اسید اولئیک می‌باشد (Lin and Tang, 2007 , 2008).

از آنجا که بیشتر باغداران برای حفظ و پرورش درخت توت از سم و کود استفاده نمی‌کنند (شهرستانی، ۱۳۷۷)، بنابراین بنظر می‌رسد از نظر تغذیه‌ای مصرف این میوه در زمان رسیدگی و همچنین پس از فرآوری مناسب باشد.

کمتر از یک سوم تولید سالانه میوه توت به مصرف تازه‌خوری می‌رسد. با توجه به حساس بودن این محصول، حمل و نقل و نگهداری دشوار آن به علت بالا بودن میزان رطوبت، مصرف تازه این محصول تنها در بازارهای محلی و منطقه‌ای امکان‌پذیر است. در بازدیدهای به‌عمل آمده از بعضی باغات سطح استان خراسان رضوی، به خصوص منطقه مشهد، نبود دانش مناسب برای فرآوری این محصول باعث افزایش ضایعات و گاهی عدم تمایل باغدار به برداشت محصول می‌شود. قابل ذکر است در سیستم سنتی رایج، بخشی از توت جمع‌آوری شده و خشک می‌شود. بهینه‌سازی روش‌های تولید فرآورده‌های مختلف از توت، کمک به کاهش ضایعات و ایجاد ارزش افزوده، رشد و توسعه صنایع روستایی و منطقه‌ای در خصوص تولید فرآورده‌های مختلف برای مصرف در بازارهای داخلی و خارجی می‌شود (قیافه داوودی و همکاران، ۱۳۸۸).

در بیشتر کشورها، کشت و پرورش درخت توت، به‌منظور پرورش کرم ابریشم است ولی در کشورهای ترکیه و یونان تولید میوه، مصرف و فراوری آن مد نظر است در ترکیه از انواع مختلف توت محصولاتی نظیر شیره توت، مارمالاد، مربا، آبمیوه و محصولات بهداشتی-آرایشی تهیه می‌شود (Sengul, 2005; Ercisli, 2004).

در مواد غذایی، ترکیبات پلی‌فنلی بصورت گیرنده‌های رادیکال-های آزاد یا کمپلکس دهنده‌های یون‌های فلزی عمل می‌کنند. اکثر گیاهان به‌عنوان منابع اسیدهای فنلی، فلاوونوئیدها و ترکیبات وابسته شناخته شده‌اند. گزارش‌های زیادی در خصوص ترکیبات فنلی استخراج شده از گیاهان با خاصیت آنتی‌اکسیدانی در صنایع غذایی موجود است. اسیدهای فنلی از جمله سینامیک، کلروژنیک و کاتشین‌ها دارای اثرات ضدسرطانی و ضدجهشی هستند که به وفور در میوه‌های مختلف از جمله انواع توت یافت می‌شوند (Koyuncu, 2004؛ Zadernowski, 2005؛ Zhang, 2008؛ Karakaya 2001, Nakamura,2003;). گلوکز و فروکتوز عمده‌ترین قندهای شش کربنی و ساکارز مهمترین دی‌ساکارید توت است (Ozgen, 2009؛ Akbulut, 2006). مهمترین اسیدهای آلی موجود در توت اسید مالیک (۱/۳۲ تا ۴/۴۷ درصد وزن تازه) و اسید سیتریک (۰/۳۹ تا ۱/۰۸ درصد وزن تازه) هستند (Gundogdu, 2011).

توت‌ها غنی از اسیدهای چرب ضروری نظیر اسیدهای لینولنیک و لینولئیک و اولئیک بوده که انسان قادر به سنتز آنها نمی‌باشد و تنها از طریق رژیم غذایی به بدن می‌رسند. این ترکیبات شیمیایی بسیاری از فعالیت‌های بدن را تنظیم و کنترل می‌کنند. توت سفید منبع غنی از عناصر معدنی نظیر ازت (۰/۸۳ درصد)، فسفر (۲۳۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، پتاسیم (۱۱۴۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، کلسیم (۱۳۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، منیزیم (۱۰۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، سدیم (۶۰ میلی-گرم در ۱۰۰ گرم)، آهن (۴/۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) و منگنز (۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) می‌باشد (Lin and Tang, 2007؛ Pawlosky, 1996).

از نظر میزان ضایعات سالانه توت، آمار دقیقی در دست نمی‌باشد ولی تولید هر فرآورده‌ای از توت می‌تواند کمکی در جهت کاهش میزان ضایعات توت بوده و بازار خوبی برای مصرف محصولات بدست آمده در داخل است و حتی به سایر کشورها نیز صادر گردد.

از جمله فراورده‌های جدید بدست آمده از میوه‌ها، پاستیل‌های میوه‌ای هستند که ارزش تغذیه‌ای بالایی دارند. پاستیل‌ها نوعی آب نبات نرم هستند که از میوه‌های مازاد بر مصرف تازه‌خوری، تهیه می-شوند. به دلیل کاهش فعالیت آب، زمان ماندگاری زیاد دارند. ترکیبات موجود در پاستیل (طعم‌دهنده‌ها، ترکیبات دارویی، اسانس‌ها و مواد موثره مختلف) به تدریج با جویدن آرام در دهان آزاد شده و تاثیر خود را اعمال می‌کنند. از جمله مواد تشکیل‌دهنده پاستیل‌ها، ترکیبات قوام‌دهنده نظیر گوار، آگار، ژلاتین، پکتین و صمغ‌های مختلف مانند صمغ عربی هستندکه باعث ایجاد پیوند بین ترکیبات در یک محیط هیدروکلوئیدی وتشکیل امولسیون و بهبود بافت می‌شوند. بسته به نوع این ترکیبات، سرعت حل شدن محصول و میزان آزاد سازی ترکیبات موجود متفاوت است (Doublier and Cuvelier, 1996). تولید چنین محصولاتی در مقیاس تجاری علاوه بر جلوگیری از ضایعات میوه، به دلیل طبیعی بودن مواد اولیه آن و ارزش غذایی بالا به‌ویژه از نظر میزان مواد معدنی، ویتامین‌ها و فیبر، زمان ماندگاری بالا، طعم مطلوب و میزان انرژی‌زایی می‌تواند مورد توجه قشر وسیعی از جامعه به ویژه کودکان، زنان باردار و ورزشکاران قرار بگیرد. همچنین لازم به ذکر است پاستیل‌های رایج موجود در بازار بیشتر از کشورهای خارجی وارد می‌شوند و مخلوطی از شیرین‌کننده، قوام‌دهنده، رنگ، اسانس و سایر افزودنی‌های مصنوعی می‌باشند و کمتر از فراورده‌های طبیعی نظیر میوه‌ها و سبزی‌ها (پوره، عصاره و آب) در فرمول آنها استفاده می‌شود بنابراین از نظر ارزش غذایی ضعیف هستند (مقامی‌کیا و همکاران ، ۲۰۱۳).

در فرآورده‌هایی مانند پاستیل میوه‌ای که حاوی مقادیر ناچیز آب

می‌باشد، ویسکوزیته و فعالیت آب دو عامل موثر بر میزان انتشار و آزادسازی ترکیبات مولد عطر و طعم می‌باشند (Hansson, 2001).

هیدروکلوئیدها گروه بزرگی از پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌ها هستند که با دارا بودن ویژگی‌های عملکردی نه تنها در صنعت غذا، بلکه در صنایع مختلف استفاده وسیعی دارند. هیدروکلوئیدها در پذیرش کلی فراورده‌های غذایی از طریق افزایش پایداری فیزیکی غذا و ایجاد احساس دهانی مطلوب نقش ویژه‌ای دارند. از جمله کاربردهای آنها در ایجاد محلول‌های آبی ژلی و تغلیظ‌کننده کف‌های پایدار، امولسیون، ممانعت از تشکیل کریستال‌های شکر و یخ وکنترل رهاسازی طعم‌ها می‌باشد. بافت ژل‌های تشکیل شده تحت تاثیر نوع هیدروکلوئید مورد استفاده است. همچنین تحقیقات در این زمینه نشان داده که هیدروکلوئیدها نه تنها باعث بهبود قوام و ویسکوزیته محصول می‌شوند، بلکه تاثیر مهمی بر رهاسازی عوامل ایجاد کننده طعم و بو دارند (Guichard, 1991).

Carr و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که بسته به نوع و غلظت هیدروکلوئید مورد استفاده اثرات متفاوتی در بافت و خواص حسی محصول ایجاد می‌شود. همچنین بیان کردند که بافت ژل در آزادسازی ترکیبات ایجاد کننده طعم موثر می‌باشد.

Guinard و Marty (۱۹۹۵)، میزان آزادسازی طعم را از ژل‌های نشاسته ذرت، ژلاتین و کاراگینان در سه نوع ژل از نظر بافتی (نرم، متوسط و سفت) مقایسه کردند. نتایج نشان داد میزان طعم آزاد شده از ژل‌های با یک میزان سفتی حاصل از نشاسته ذرت و ژلاتین نسبت به کاراگینان بیشتر بود. همچنین میزان طعم اندازه‌گیری شده در ژل‌های سفت نسبت به ژل‌های نرم و متوسط، کمتر بود.

تحقیقات وسیع در این زمینه نشان داده است که نوع تغلیظ‌کننده بکار رفته در فرمول ماده غذایی و بافت ناشی ازآن، ازعوامل اصلی در میزان طعم ایجاد شده، هستند (Guichard, 1991؛ Cayot, 1998).

امروزه رنگ غذا و قدرت پردازش تصاویر به عنوان یک فاکتور ارزیابی کیفیت بکار می‌رود و در بسیاری از محصولات غذایی، رنگ رابطه مستقیم با کیفیت آن دارد. بنابراین اندازه‌گیری دقیق رنگ اولین قدم در کنترل موفق آن است. رحیمی دوگاهی و همکاران (۱۹۹۲) به بررسی پارامترهای رنگی (L* a* b*) پاستیل بر پایه گوجه‌فرنگی پرداختند. نتایج نشان داد که مقادیر هیدروکلوئید مصرفی در تهیه پاستیل گوجه‌فرنگی و نحوه فرایند تهیه پوره گوجه‌فرنگی از عوامل اصلی تاثیرگذار بر پارامترهای رنگی محصول تولید شده هستند.

تولیدکنندگان محصولات غذایی باید آگاه باشند که لازمه سود بردن، تضمین یکنواختی در کیفیت بالای رنگ است. الجوهیمی و همکاران (۲۰۱۴) ، طی پژوهشی، پارامترهای رنگی (L* a* b* و ضرایب هیو و کروما) را درباره گوجه‌فرنگی‌های پوشش داده شده با صمغ عربی در طول مدت نگهداری مورد بررسی قرار دادند.

شهیدی و همکاران (۱۳۸۹)، فرمولاسیون پاستیل کدو حلوایی را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش امکان تولید فرآورده‌ای جدید از کدو حلوایی بر پایه پوره میوه، هیدروکلوئید، مواد شیرین‌کننده مورد بررسی قرار گرفت. ارزیابی حسی بر اساس سنجش ویژگی‌های اصلی محصول جدید (رنگ، بافت و طعم) انجام گرفت. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که پذیرش این فرآورده در حد بسیار خوب و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بررسی شده در محدوده قابل قبول با ماندگاری بالا بودند.

خلیلیان و همکاران (۱۳۹۰)، ویژگی‌های حسی و فعالیت آب پاستیل میوه‌ای بر پایه پوره طالبی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان دادکه تغلیظ‌کننده‌های موجود در فرمول (پکتین و گزانتان) روی رنگ و طعم نمونه‌های پاستیل طالبی اثر معنی‌دار داشتند ($p \leq ۰/۰۵$). همچنین مقدار و نوع تغلیظ‌کننده در فرمول ساخت پاستیل بر فعالیت آب تاثیر داشت، بطوری که با افزایش غلظت گزانتان و پکتین، فعالیت آب به ترتیب افزایش وکاهش یافت. همچنین ویژگی‌های بافتی و طعمی نسبت به ویژگی‌های ظاهری نمونه‌ها، تاثیر بیشتری بر پذیرش کلی پاستیل طالبی داشتند.

با بررسی پژوهش‌های انجام شده بر محصولات بدست آمده از توت، مشخص گردیدکه هیچ‌گونه تحقیقی مبتنی بر ارائه فرمول محصولات جدید از توت نظیر انواع پاستیل در جهان صورت نگرفته است.

هدف از اجرای طرح، تعیین مقادیر ژلاتین و هیدروکلوئید گوار مناسب در فرمولاسیون تولید پاستیل از پوره توت سفید به‌منظور تولید محصولی با کیفیت بالا و عمر انباری مطلوب می‌باشد.

مواد و روش ها

برای اجرای طرح، توت سفید[1] از نوع رسمی (خاردار) در مرحله رسیدگی کامل، از منطقه شاندیز مشهد تهیه شد. از آنجا که رقم مذکور توت سفید، درصد قند بالاتری نسبت به سایر انواع توت سفید داشته، بنابراین برای نهیه پاستیل توت مورد استفاده قرار گرفت.

گوار ازشرکت سیکما، آگار ازشرکت کیولب کانادا، ژلاتین، اسیدسیتریک وگلوکز از یکی از فروشگاه‌های سطح شهر مشهد خریداری شدند.

تهیه پوره توت

ابتدا توت‌ها تمیز، و بعد از جدا کردن میوه‌های خراب و نارس، به مدت 5 دقیقه تحت تاثیر حرارت مستقیم در حال جوشیدن مخلوط آب و توت قرارگرفتند تا ضمن بلانچینگ اولیه در آب و بخار آب، بافت میوه نرم شود. سپس برای ایجاد پوره‌ای با بافت یکنواخت، میوه‌ها

1 *Morus alba* L.

توسط دستگاه آبمیوه‌گیری خرد و له شده و به کمک پارچه توری با منافذ ریز در دو مرحله صاف شدند. در نهایت، پوره‌ها در بسته‌های پلاستیکی بست بندی و تا زمان انجام آزمایش‌های بعدی در فریزر ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

آماده‌سازی نمونه‌ها

اجزای فرمولاسیون شامل ۸۰ درصد وزنی/ وزنی پوره توت، ۲۰ درصد وزنی/ وزنی مخلوطی از گوار در سه سطح (۰، ۰/۵ و ۱ درصد) و ژلاتین در سه سطح (۰ ، ۱ و ۲ درصد) ، آگار، اسیدسیتریک و پودر گلوکز بودند (جدول ۱). برای افزودن ژلاتین و آگار به فرمول‌ها نیاز به شرایط خاص بود. ابتدا ژلاتین را بصورت محلول (۱۰ درصد) در آورده، برای این منظور هر مقدار ژلاتین با نسبت مشخص آب مقطر با استفاده از یک همزن مخلوط و درجه حرارت به ۶۰ تا ۶۵ درجه سانتی‌گراد رسانده شد. عمل همزدن تا زمانی که کدورت محلول برطرف شده و محلول شفاف ایجاد شود، ادامه داشت. برای افزودن آگار به فرمول لازم بود مانند ژلاتین بصورت محلول (۷ درصد) درآید. ختم عمل با شفاف شدن محلول، مشخص می‌شود.

جدول ۱- مقادیر ترکیبات مختلف موجود در فرمول های تهیه پاستیل توت

ترکیب	فرمول ۱	فرمول ۲	فرمول ۳	فرمول ٤	فرمول ۵	فرمول ٦	فرمول ۷	فرمول ۸	فرمول ۹
پوره توت (گرم)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
آگار (درصد)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
گلوکز پودری (درصد)	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
گوار (درصد)	۰	۰/۵	۱	۰	۰/۵	۱	۰	۰/۵	۱
ژلاتین (درصد)	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۲	۲	۲
اسید سیتریک (میلی‌لیتر)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

ابتدا پوره توت در بشر توزین شد (۱۰۰ گرم) و در حمام بن‌ماری با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس محلول بدست آمده از ژلاتین با درصد مشخص، به ظرف حاوی نمونه اضافه شد. سپس محلول آگار به فرمول‌ها اضافه شد (ظرف حاوی نمونه در حمام بن‌ماری قرار داشت). گوار بصورت پودر به همراه گلوکز (جهت جلوگیری از کلوخه شدن گوار) نیز به مخلوط اضافه شد. در انتها بمنظور بهبود خصوصیات حسی نمونه و کاهش pH، یک میلی‌لیتر اسید سیتریک ۴۰٪ (آب- حجمی/ حجمی) به مخلوط اولیه پاستیل اضافه شد. سپس مخلوط آماده درون قالب‌های مشبک از جنس استیل ضد زنگ در حفره‌هایی با ابعاد ۲×۲×۲ سانتی‌متر ریخته و قالب‌ها به مدت ۲ ساعت برای سفت شدن و آبگیری کامل در داخل یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس پاستیل‌های حاصل از درون حفره‌های قالب خارج شدند و نمونه‌ها به مدت ۷ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد درون آون یا خشک‌کن، قرار گرفته تا خشک شدند. پس از مرحله خشک شدن، نمونه‌ها در داخل کیسه‌های پلاستیکی پلی‌اتیلنی زیپ‌دار بمنظور حفظ رطوبت و جذب اکسیژن توسط محصول، بسته‌بندی و تا زمان انجام آزمایش در دمای محیط نگهداری شدند.

آزمایش‌های انجام شده

اندازه‌گیری pH

با pH متر (مدل هانا[2] ساخت کشور پرتغال)، pH پوره توت اندازه‌گیری شد (پروانه، ۱۳۷۱).

اندازه‌گیری بریکس

به کمک رفراکتومتر چشمی (مدل کارلزلس[3] ساخت کشور آلمان) درصد مواد جامد محلول پوره توت تعیین شد (پروانه، ۱۳۷۱).

اندازه‌گیری رطوبت

بمنظور تعیین میزان رطوبت نمونه‌های پاستیل توت، ۱۰ گرم از هر یک از نمونه‌ها درون پلیت شیشه‌ای قرار گرفت و درون آون تحت خلا با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و فشار ۲/۵ اینچ جیوه تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شد. پس از خارج کردن از درون آون و توزین، میزان رطوبت بر مبنای وزن مرطوب محاسبه شد (Tsami, 1990).

اندازه‌گیری فعالیت آبی

بمنظور تعیین فعالیت آبی، وزن‌های مساوی از هر نمونه را کاملا

---
2 Hana
3 Carlze

خرد کرده و فعالیت آبی نمونه توسط دستگاه سنجش فعالیت آبی[1] یا a_w متر (مدل لب مستر[2] ساخت کشور سوئیس) در دمای ۲۰ درجه‌سانتی‌گراد تعیین شد (Primo- Martin, 2008).

اندازه‌گیری بافت

در این پژوهش برای اندازه‌گیری ویژگی‌های بافتی نمونه‌های پاستیل تولید شده، از دستگاه بافت سنج[3] (مدل کیوتی اس ۲۵ سی ان اس فارنل[4]) ساخت کشور انگلستان و مجهز به نرم‌افزار کامپیوتری، استفاده شد. هر یک از نمونه‌های پاستیل، توسط آزمون TPA[5]، در دو سیکل رفت و برگشتی (دو رفت و دو برگشت)، توسط پروب سیلندری صفحه گرد با قطر ۳/۵ سانتی‌متر، سرعت حرکت پروب ۶۰ میلی‌متر بر دقیقه و نیروی ۵ گرم قرار گرفته و تا ۳۰ درصد ارتفاع اولیه نمونه فشرده شده[6] و سپس فشارزدایی[7] شدند (خزائی پول و همکاران، ۱۳۹۲). ویژگی‌های بافتی مورد بررسی حاصل از منحنی نیرو- تغییر شکل شامل سختی[8] (حداکثر نیروی مورد نیاز برای فشرده شدن نمونه نمونه در سیکل اول)، پیوستگی[9] (مقدار افزایش طول نمونه قبل از شکسته شدن بافت)، الاستیسیته[10] (توانایی نمونه برای بازگشت به شکل اولیه بعد از حذف نیرو)، چسبندگی[11] (کار مورد نیاز برای غلبه بر نیروی جاذبه بین سطوح مواد در تماس با یکدیگر)، میزان جویدن[12] (کار لازم برای جویدن و خمیرکردن نمونه) می‌باشند (Kealy, 2006).

ارزیابی حسی

آزمون حسی توسط ۱۰ داور آموزش دیده انجام شد (Korus *et al*. 2009). بمنظورارزیابی نمونه‌ها از مقیاس هدونیک ۵ امتیازی استفاده شد. ۶ صفت حسی شامل طعم، سفتی، الاستیسیته، قابلیت جویدن، چسبناکی و پذیرش کلی نمونه مورد ارزیابی قرارگرفتند.

تصویرگیری و پردازش رنگ

بمنظور بررسی رنگ نمونه‌های تولید شده از هر نمونه پاستیل توت، ۳ قطعه بصورت تصادفی انتخاب و تصاویر با استفاده از اسکنر مسطح (HP Scanjent 4010) با رزولوشن dpi ۲۰۰ و نرم‌افزار در فضای RGB [13] تهیه شدند. در مرحله بعد برای بدست آوردن سطوح یکسان از هر نمونه با استفاده از نرم‌افزار فتوشاپ (Adobe, V. 7. 0) تصاویر در اندازه ۱۳۰×۱۵۰ پیکسل جدا و با فرمت BMP در فضای رنگی RGB ذخیره شدند (Sun, 2008).

پارامترهای رنگی در فضای L* a* b* با استفاده از نرم‌افزار Image J 1.40g به وسیله Plugin با عنوان Color Space Convertor استخراج شدند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تحلیل داده‌ها، درقالب آزمون فاکتوریل بصورت کاملا تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. ژلاتین در سه سطح (صفر، ۱ و ۲ درصد) و گوار در سه سطح (صفر، ۰/۵ و ۱ درصد) به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظرگرفته شدند. برای تحلیل آماری پارامترهای مورد مطالعه از نرم‌افزار MINITAB ۱۶ استفاده شد. میانگین‌ها در قالب آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌داری ۵ درصد مورد مقایسه قرارگرفتند.

نتایج و بحث

فعالیت آب و ماده خشک

مقادیر فعالیت آبی و ماده خشک نمونه‌های مختلف پاستیل در جدول شماره ۲، آورده شده است. با تعیین مقادیر فعالیت آبی و ماده خشک نمونه‌ها می‌توان کیفیت حسی و زمان مناسب نگهداری آن‌ها را ارزیابی کرد.

بر اساس جدول ۲، کمترین میزان ماده خشک یا بیشترین میزان رطوبت مربوط به نمونه شماره ۶ یعنی نمونه حاوی ۱٪ گوار و ۱٪ ژلاتین است. مطابق آنچه در مورد بافت نمونه‌ها در صفحات آتی آمده است کمترین میزان سختی بافت در نمونه شماره ۶ تعیین شد. هیدروکلوئیدها، با جذب و درگیرکردن آب در نمونه و ممانعت از خروج آن از ماده، مانع سفتی بافت می‌شوند. این موضوع بر ویژگی‌های رنگی و شفافیت نمونه اثر مثبت دارد.

Williams و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند صمغ گوار به دلیل ساختمان هیدروفیلی خود توانایی حفظ آب بالایی داشته که منجر به افزایش رطوبت نمونه‌ها شده است. این ماده، نوعی گالاکتومانان بلند زنجیره با جرم مولکولی زیاد می‌باشد که به دلیل ماهیت هیدروژلی و جذب آب زیاد، قابلیت درگیر کردن آب را در ساختار خود دارا می‌باشد.

Goldstein در سال ۱۹۷۳ اظهار داشت که صمغ گوار با توجه به

---

1 Water Activity
2 Lab Master
3 Texture Analyzer
4 QTS25 CNS Farnell
5 Texture profile analyzer
6 Compression
7 Decompression
8 Hardness
7 Cohesiveness
8 Springiness
9 Adhesiveness
10 Chewiness

13Red, Green, Blue

خصوصیات عملکردی به عنوان پایدار کننده و بـرای حفـظ رطوبـت موجود در فیبرهای محصول مورد نظر، در فرمولاسیون مـواد غـذایی استفاده می‌شود.

در ارتباط با اثر گوار بر افزایش رطوبت و کاهش سختی بافـت، Ghodke (۲۰۰۷)، نتایج مشابهی در مورد چاپاتی گزارش نمود.

رضایی (۱۳۹۱) ، در بررسی اثر متغیرهای ژلاتین و نشاسـته بـر رطوبت پاستیل آلو گزارش کرد که ژلاتین توانایی خوبی در حفظ آب دارد و این مسئله منجر به افزایش میزان رطوبت در نمونه‌ها می شود.

مقادیر فعالیت آبی فرمول‌های مختلف پاستیل توت در جدول ۲، آورده شده است. بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی ماده غذایی در ارتباط بـا فعالیـت آب مـی‌باشـد. در رطوبـت‌هـای پـایین بـرهمکنش بـین مولکول‌های آب و ترکیبات غذایی تشدید می‌شود. همچنین فعالیـت آبی ماده در ایجاد طعم و بافت مواد غذایی نقش مهمی دارد (Piotr, 2004). به ویژه در مورد ترکیبات فرار طعم‌زا این نقش بر جسته‌تـر می‌شود زیرا ترکیبات معطره در فاز گازی که در حقیقت رابطه نزدیکی با فعالیت آب دارند، منتشر شده و در محدوده خاصـی بنـا بـر نـوع و ویژگی‌های فراورده اثر افزاینده یا تشدید کننده بر ایجاد طعم و عطـر دارد. فاز گازی خود تابعی از میزان فعالیت آب است. به عبارت دیگـر هرچه فعالیت آب کمتر باشد، فاز گازی کمتری وجـود خواهـد داشـت (Hansen, 2008).

جدول۲- میانگین مقادیر فعالیت آبی و ماده خشک نمونه‌های پاستیل

فرمول	ژلاتین (٪)	گوار (٪)	ماده خشک (۱گرم/گرم)	فعالیت آبی
۱	۰	۰	۰/۷۳۶	۰/۶۲۰±۰/۰۰۱
۲	۰	۰/۵	۰/۷۵۷	۰/۶۰۲±۰/۰۰۴
۳	۰	۱	۰/۷۴۵	۰/۶۱۱±۰/۰۰۵
۴	۱	۰	۰/۷۲۱	۰/۶۲۰±۰/۰۰۱
۵	۱	۰/۵	۰/۷۰۶	۰/۶۶۲±۰/۰۰۱
۶	۱	۱	۰/۷۱۹	۰/۶۲۴±۰/۰۰۳
۷	۲	۰	۰/۷۲۸	۰/۶۲۳±۰/۰۰۲
۸	۲	۰/۵	۰/۷۳۷	۰/۶۱۹±۰/۰۰۱
۹	۲	۱	۰/۷۴۰	۰/۶۱۸±۰/۰۰۱

خصوصیات حسی

مقایسه میانگین ویژگی‌های حسی فرمول‌های مـورد بررسـی در جدول ۳، آورده شده است. نتایج نشـان داد هیدروکلوئیـدهای مـورد استفاده بر ویژگی‌های حسی نظیر طعم، سـفتی بافـت، الاستیسـیته، قابلیت جویدن، میزان چسـبندگی و پـذیرش کلـی نمونـه‌هـا توسـط مصرف‌کننده، اثر معنی‌دار نداشتند، فقـط اثـر گـوار بـر سـفتی بافـت نمونه‌های پاستیل در سطح ۵ درصد بصورت افزایشی معنی‌دار بود.

نمونه با فرمول شماره ۱،که فاقد گوار بود بیشترین سفتی و نمونه ۹ با بیشترین میزان گوار و ژلاتین، کمترین سفتی را نشان داد. نمونه ۹ با هیچ یک از نمونه‌ها به غیر از نمونه شماره ۱، اخـتلاف معنـی‌دار نداشتند. همانطور که قبلا توضیح داده شد، هیدروکلوئیدها با جذب آب و حفظ آن در فرمولاسیون باعث نرمی و جلوگیری از خشک شدن و سفتی بافت می‌شوند. اطلاعات بدست آمده از این تحقیـق بـا نتـایج پژوهش‌های انجام شده در گذشته، مطابقت دارد (Goldstein, 1973 ;Ghodke, 2007). در ارتباط با اثر گوار بر افزایش رطوبت و کاهش سختی بافت پاستیل کیوی، خزایی پول و همکاران (۱۳۹۲) به نتـایج مشابه رسیدند. آنها نتیجه گرفتند میزان رطوبت نمونه‌هـا بـه شـکل معنی‌داری متاثر از گوار بود. با افـزایش غلظـت گـوار در فرمـول‌هـا، رطوبت نمونه‌ها روند افزایشی داشتند و همانطور که پیش‌تر اشاره شد صمغ گوار به دلیل ساختار هیدروفیلی خود توانایی حفـظ آب بـالایی داشته که منجر به افزایش رطوبت نمونـه‌هـا شـده اسـت. همچنـین شهیدی و همکاران (۱۳۹۱)، اثرات نشاسته و گوار را بـر پارامترهـای بافتی، رنگی و پذیرش پاستیل هویج بررسی کردند. نتایج نشـان داد که با افزایش غلظت گوار، میزان سختی نمونه‌های پاسـتیل کـاهش یافتند.

خصوصیات رنگی

مقایسه میانگین‌های مربوط به پارامترهـای رنگـی فرمـول‌هـای مختلف پاستیل در جدول ۳ ، آورده شده‌اند.

رنگ یکی از مهمترین فاکتورها درکیفیت محصول بدست آمده از میوه‌ها نظیر مربا، مارمالاد، سس، رب و غیره است که تحت تاثیر نوع، رقم میوه و نحوه فراوری (میزان حرارت و زمان حرارت‌دهی) محصول است. فرایندهایی نظیر خشک‌کردن، تغلیظ و پختن می‌توانند بر رنگ تاثیر قابل ملاحظه‌ای داشته باشند (Guine *et al*. 2012).

رنگ محصولات فرآوری شده می‌تواند بصورت اندیس‌های L*، a* و b* با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج یا از طریق پردازش تصویر اندازه‌گیری و بیان شود. در این سیستم‌های ارزیابی، اندیس L* در بازه صفر (تاریکی) تا ۱۰۰ (روشنایی) و اندیس a* در بازه (۱۲۰-) (سبزی) تا (۱۲۰+) (قرمزی) و اندیس b* از b- (آبی) تا b+ (زردی) متغیر است (Yildiz and Alpaslan, 2012).

در پژوهش حاضر اختلاف معنی‌داری در رنگ پاستیل‌های بدست آمده از توت در نتیجه استفاده از هیدروکلوئیدها و مقادیر مختلف آنها در سطح معنی‌داری ۵ درصد وجود دارد (جدول ۳). نمونه پاستیل شماره ۶، بیشترین میزان شفافیت (L*=۲۴/۹۳) را در مقایسه با سایر فرمول‌ها داشت. به‌علاوه نمونه مذکور دارای بیشترین مقادیر اندیس‌های a* وb* نسبت به سایر فرمول‌ها بود. میزان سبزی/قرمزی (a*) فرمول‌های پاستیل در محدوده ۱/۲۲ تا ۳/۲۶ و میزان آبی/ زردی (b*) نمونه‌ها در محدوده ۳/۲۴ تا ۷/۷۷ بودند. بالا بودن مقادیر اندیس‌های رنگی (زردی و قرمزی و شفافیت) پاستیل-های بدست آمده از توت، احتمالا در ارتباط با نوع و مقادیر هیدروکلوئیدهای مصرف شده در نمونه‌های پاستیل می‌باشد.

بررسی تغییرات پارامتر رنگی L* در سطوح مختلف ژلاتین و گوار نشان داد که به موازات افزایش ژلاتین در فرمول‌ها روند منظمی در مقادیرL* مشهود نبود. این موضوع در موارد اندیس‌های a* وb* نیز صادق بود.

پاستیل توت دارای میزان قند بالا ، رطوبت و فعالیت آب پایین می‌باشد. امکان انجام واکنش‌های مایلارد در پاستیل قند به علت حضور قندهای احیاکننده و ژلاتین بسیار زیاد است که در نتیجه آن رنگدانه‌های قهوه‌ای و تیره تولید می‌شود. همچنین حرارت ناشی از خشک‌کن در حین خشک‌کردن پاستیل دلیلی دیگر بر ایجاد رنگ تیره بوده و در نهایت رنگ روشن پاستیل توت را تحت تاثیر قرار داده، از مطلوبیت آن می‌کاهد. از دیگر عوامل موثر بر رنگ پاستیل توت، وقوع واکنش‌های شیمیایی از جمله اکسیداسیون رنگدانه‌ها و تغییر ایزومری سیس و ترانس (کاروتنوئیدها) است که سطوح مختلف ژلاتین و گوار می‌تواند بر این واکنش‌ها اثر افزایشی یا کاهشی داشته باشند (سحری، ۱۳۸۱). نتایج بدست آمده از پژوهش نشان داد که اثر متغیرها بر اندیس‌های L* a* b* معنی‌دار بودند ($P < ۰/۰۵$).

در مقادیر ثابت ژلاتین در فرمول‌های مختلف پاستیل توت، با افزایش گوار، L* افزایش یافت. گوار با داشتن قابلیت جذب آب بالا، آب را در ساختار خود تثبیت کرده و احتمالا به دلیل حضور آب در ساختار هیدروکلوئیدی و بافت نمونه‌ها ، میزان روشنایی و درخشندگی افزایش یافت که در رنگ‌سنجی با اندیس L* نشان داده می‌شود. جوانمرد و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که با افزایش میزان کربوکسی متیل سلولز، اندیس L* روند افزایشی داشت. قنبر زاده و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند با افزایش کربوکسی متیل سلولز روشنایی فیلم خوراکی افزایش یافت. همچنین افزایش پکتین در فرمول‌ها موجب درگیر کردن آب بیشتر شده و در نتیجه شدت روشنایی افزایش و شفافیت محصول زیاد می‌شود (عبدالکریم و همکاران، ۱۹۹۹).

جدول ۳- مقایسه میانگین پارامترهای حسی و رنگی فرمول‌های مختلف پاستیل

فرمول	ژلاتین (٪)	گوار (٪)	طعم	سفتی	الاستیسیته	قابلیت جویدن	چسبندگی	پذیرش کلی	L*	a*	b*
۱	۰	۰	۳/۵ a	۴/۳۳ a	۴/۱۶ a	۴/۱۶ a	۴/۱۶ a	۳/۸۳ a	۲۲/۸۲ d	۱/۷۷ c	۴/۰۰ e
۲	۰	۰/۵	۳/۶۶ a	۴/۱۶ ab	۳/۸۳ a	۳/۸۳ a	۳/۸۳ a	۳/۶۶ a	۲۲/۹۴ d	۱/ ۲۵ ef	۳/۲۴ g
۳	۰	۱	۳/۱۶ a	۳/۳۳ ab	۳/۳۳ a	۳/۶۶ a	۳/۸۳ a	۳/۱۶ a	۲۳/۸۴ b	۲/۹۲ b	۶/۶۸ b
۴	۱	۰	۳/۵ a	۴/۱۶ ab	۳/۸۳ a	۴ a	۳/۵ a	۳/۶۶ a	۲۲/۳۷ e	۱/۳۳ e	۳/۲۵ g
۵	۱	۰/۵	۳/۵ a	۳/۸۳ ab	۴/۱۶ a	۴/۱۶ a	۳/۸۳ a	۳/۶۶ a	۲۲/۵۴ e	۱/۷۱ c	۴/۲۱ d
۶	۱	۱	۳/۱۶ a	۳/۸۳ ab	۳/۸۳ a	۳/۸۳ a	۴ a	۳/۱۶ a	۲۴/۹۳ a	۳/۲۶ a	۷/۷۷ a
۷	۲	۰	۳/۵ a	۴/۱۶ ab	۴ a	۳/۸۳ a	۳/۵ a	۳/۵ a	۲۳/۱۹ c	۱/۲۲ f	۳/ ۵۵ f
۸	۲	۰/۵	۳/۶۶ a	۴ ab	۴ a	۳/۶۶ a	۳/۶۶ a	۳/۵ a	۲۱/۸۴ f	۱/۴۲ d	۳/۲۶ g
۹	۲	۱	۳/۱۶ a	۳/۱۶ b	۳/۵ a	۳/۸۳ a	۴ a	۳/۱۶ a	۲۲/۴۴ e	۲/۹۴ b	۶/۲۰ c

اعداد با حروف متفاوت در هر ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی دار($P<۰/۰۵$) دارند.

در مقادیر ثابت ژلاتین ، افزایش گوار باعث افزایش اندیس a* (افزایش قرمزی) شد. این تغییرات رنگ احتمالا ناشی از انجام واکنش‌های شیمیایی رنگ زا مانند مایلارد بین قندها و پروتئین‌ها و تشکیل ملانوئیدین‌ها است. رحیمی دوگاهی و همکاران (۱۳۹۲)، به بررسی پارامترهای رنگی پاستیل بر پایه گوجه‌فرنگی پرداختند. نتایج نشان داد که پاستیل‌های گوجه‌فرنگی مستعد انجام واکنش‌های

قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی هستند. احتمالا افزایش کربوکسی متیل سلولز در فرمول‌ها سبب تشدید واکنش قهوه‌ای شدن مایلارد شده است.

در مقادیر ثابت ژلاتین با افزایش گوار *b زیاد شد. پارامتر *b مربوط به زردی است که از بتا کاروتن ناشی می‌شود (ساکس و همکاران، ۲۰۰۱). گوار با داشتن اثر حفاظت‌کنندگی بر بتا کاروتن بر مقدار *b یا زردی نمونه‌ها اثر مستقیم داشته در نتیجه میزان زردی پاستیل‌های حاوی گوار بیشتر، افزایش یافت.

انتظار مصرف‌کننده برای انتخاب مناسب‌ترین نمونه پاستیل توت از نظر رنگ آن است که شفافیت نسبی بالا (*L زیاد)، میزان سبزی زیاد (*a کم) و زردی بیشتر (*b بالا) داشته باشد. نمونه شماره ۶ بیشترین شفافیت و میزان زردی را در بین نمونه‌های پاستیل داشته و نمونه شماره ۷ بیشترین میزان سبزی را به خود اختصاص داده است. از نظر رنگی نمونه شماره ۶ به‌عنوان نمونه برتر و سپس نمونه شماره ۷، معرفی می‌شود.

ویژگی‌های بافتی

صفات بافتی مواد غذایی در پذیرش آن از سوی مصرف‌کننده اهمیت و نقش بسزایی دارد. برای برخی مصرف‌کنندگان مواد غذایی، بافت از رنگ و طعم آن اهمیت بیشتر دارد. ویژگی‌های بافتی مواد غذایی را می‌توان به ویژگی‌های مکانیکی (سختی، الاستیسیته، پیوستگی، قابلیت جویدن و چسبندگی)، ویژگی‌های هندسی (شکل و اندازه)، و سایر ویژگی‌ها (میزان رطوبت و چربی) طبقه‌بندی کرد (Szczesniak, 2002). آنالیز پروفایل بافت سالهاست به‌عنوان روشی مناسب برای اندازه‌گیری ویژگی‌های بافتی مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد و پارامترهای حاصل از منحنی‌های آن ارتباط خوبی با داده‌های حسی دارد (Lau, 2000). میانگین پارامترهای بافتی فرمول‌های مختلف پاستیل در جدول ۴ مقایسه شده‌اند.

سختی

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود بیشترین سختی مربوط به نمونه‌های شماره ۳ و ۷ بوده وکمترین سختی مربوط به نمونه شماره ۶ است هر چند بین نمونه‌های شماره ۶، ۵، ۴ ، ۱، ۲، ۸ و ۹ اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد مشهود نیست. هیدروکلوئیدهای بکار رفته در فرمول‌ها با جذب و درگیرکردن آب در نمونه و ممانعت از خروج آن از ماده، مانع سفتی بافت می‌شوند. سختی مقاومت ماده غذایی نسبت به اعمال نیروی فشار بکار گرفته شده، می‌باشد (Szczesniak, 2002) .

با مشاهده داده‌های مربوط به میانگین نمونه‌های پاستیل، مشخص می‌شود که روند منظمی بین سختی نمونه‌ها وجود ندارد.

پیوستگی

نتایج جدول ۴، نشان داد که بیشترین پیوستگی مربوط به نمونه شماره ۹ است و بین نمونه ۹ و ۳ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. این نمونه ها با فرمول‌های ۵، ۶ و ۸ اختلاف معنی‌دار نداشتند. کمترین پیوستگی مربوط به نمونه شماره ۷ بود که با نمونه‌های ۱، ۲، ۴، ۵ و ۶ اختلاف معنی‌دار نداشتند. در صورت ثابت ماندن مقدار ژلاتین در فرمول‌ها، با افزایش میزان گوار، پیوستگی افزایش یافت. همچنین با ثابت ماندن مقدار گوار در فرمول‌ها، با افزایش ژلاتین تغییر معنی‌داری در پیوستگی بافت فرمول‌ها حاصل نشد.

جدول ٤- مقایسه میانگین پارامترهای بافتی فرمول‌های مختلف پاستیل

فرمول	ژلاتین(٪)	گوار(٪)	سختی (g)	پیوستگی(%)	الاستیسیته (%)	چسبندگی(g.s)	میزان جویدن
۱	۰	۰	۱۴/۲۳ bcd	۰/۳۰۸ d	۲/۰۰ e	-۰/۰۰ a	۰/۰۰۸ b
۲	۰	۰/۵	۱۴/۲۵ bcd	۰/۳۰۳ d	۲/۱۵ d	-۰/۰۰ b	۰/۰۰۹ b
۳	۰	۱	۱۸/۶۹ a	۰/۳۸۳ ab	۲/۴۱ ab	-۰/۰۱ bcd	۰/۰۱۷ a
۴	۱	۰	۱۵/۱۲ bc	۰/۳۰۳ d	۲/۱۸ cd	-۰/۰۱ bc	۰/۰۱۰ b
۵	۱	۰/۵	۱۲/۷۲ cd	۰/۳۴۹ bcd	۲/۲۵ c	-۰/۰۰ bc	۰/۰۱۰ b
۶	۱	۱	۱۱/۸۶ d	۰/۳۷۱ bc	۲/۳۷ b	-۰/۰۱ d	۰/۰۱۰ b
۷	۲	۰	۱۸/۴۳ a	۰/۲۹۳ d	۲/۱۶ d	-۰/۰۰ b	۰/۰۱۱ b
۸	۲	۰/۵	۱۴/۹۵ bc	۰/۳۲۵ cd	۲/۲۴ cd	-۰/۰۱ cd	۰/۰۱۰ b
۹	۲	۱	۱۶/۰۰ b	۰/۴۲۷ a	۲/۴۹ a	-۰/۰۱ bcd	۰/۰۱۷ a

پیوستگی مقاومت درونی ساختار ماده غذایی است و میزان آن به وسعت برهمکنش‌های مولکولی اجزای فرمولاسیون بستگی دارد.

ژلاتین شبکه‌ای پیوسته و متراکم ایجاد کرده و باعث می‌شود اجزای فرمولاسیون بصورت ساختاری منسجم، کنار یکدیگر قرار گیرند.

گوار نیز باعث افزایش پیوستگی نمونه‌ها شده که این نتایج اثرات سینرژیستی گوار با ژلاتین را تایید می‌کند. پدیده سینرژیستی می‌تواند در نتیجه پیوستگی مولکول‌های هیدروکلوئیدهای مختلف و ایجاد برهمکنش بین مولکولی آن‌ها باشد (Williams and Phillips, 2000). گالاکتومانان‌ها (مانند گوار) می‌توانند با تعدادی از پلی‌ساکاریدها نظیر گزانتان، آگار و کاراگینان برهمکنش سینرژیستی که شامل افزایش ویسکوزیته یا افزایش قدرت تشکیل ژل است، داشته باشند (Morris, 1990; Cui, 1995). وجود اثر سینرژیستی میان دو صمغ بصورت افزایش ویسکوزیته و تغییر بافت نسبت به حالت خالص هر یک بروز می‌نماید، لذا اختلاف میان ویسکوزیته و بافت‌های پیش‌بینی شده معیار اثر سینرژیستی می‌باشد (Glicksman, 1982). برهمکنش‌های بین مولکولی ژلاتین و گوار منجر به افزایش انسجام اجزای فرمولاسیون در شبکه‌ی ژلی در کنار یکدیگر شده است. Nussinovitch (۱۹۹۱) در بررسی ویژگی‌های مکانیکی ژل‌های میوه‌ای، به اثر سینرژیستی آگار و گوار اشاره کرده‌اند. Ben-zion و Nussinovitch (۱۹۹۷) ژل‌های میوه‌ای حاصل از پوره میوه‌های مختلف از جمله کیوی را به کمک هیدروکلوئیدهای مختلف (آگار و گوار) فرموله کردند و ویژگی‌های بافتی آن را مورد بررسی قرار دادند. در بخش نتایج به اثرات سینرژیستی (هم‌افزایی) گالاکتومانان‌ها بر روی ژل آگار اشاره کردند. آن ها این اثر هم‌افزایی را ناشی از برهمکنش‌های بین مولکولی و بهم پیوستن این هیدروکلوئیدها دانستند. همچنین Lucyszyn در سال ۲۰۰۹، در بررسی رئولوژی ژل‌های آگار و گوار به این موضوع اشاره کردند که در ژل بدست آمده از مخلوط آگار و گوار در مقایسه با آگار به تنهایی، پایداری و پیوستگی بیشتری مشاهده شده است که این به دلیل برهمکنش‌های مناسب بین آگار و گالاکتومانان‌ها می باشد که منجر به اثرات هم‌افزایی (سینرژیستی) بین این هیدروکلوئیدها شده است. Hernandez (۱۹۹۹) به این مطلب اشاره کردند که تغییر در پیوستگی بافت در ژل‌های میوه‌ای بستگی به غلظت هیدروکلوئید مصرفی و پالپ میوه دارد. در تحقیق وی کاهش غلظت هیدروکلوئید یا افزایش پالپ میوه بر پیوستگی بافت نهایی ژل اثر منفی داشت .

الاستیسیته

مطابق جدول شماره ۴، بیشترین الاستیسیته مربوط به نمونه شماره ۹ بود که با نمونه‌های شماره ۳ و ۶ اختلاف معنی‌دار نداشت. نتایج حاکی از این بود که در غلظت‌های ثابت ژلاتین، افزایش گوار در فرمولاسیون، باعث افزایش الاستیسیته (P<۰/۰۵) و همچنین در غلظت‌های ثابت گوار، افزایش ژلاتین، منجر به تغییر معنی‌داری در الاستیسیته نمونه‌ها نشد (P> ۰/۰۵). ژلاتین یک شبکه ژلی مستحکم را ایجاد نموده که شکننده است و حالت الاستیک کمتری دارد. اما با افزایش گوار در فرمولاسیون، ژل نمونه‌ها در مقابل تنش ایجاد شده توسط پروب دستگاه آنالیز بافت کرنش کمتری ایجاد کرد. در واقع با افزایش گوار محدوده الاستیک و فنری بودن نمونه‌ها افزایش یافته است. نتایج حاضر با یافته‌های بدست آمده از پژوهش Ben-zion و Nussinovitch (۱۹۹۷)، مطابقت دارد. آنها اثر دو صمغ گالاکتومانان، گوار و لوبیای لوکاست را روی ویژگی‌های بافتی ژل آگار به همراه پالپ میوه بررسی کردند. نتایج نشان داد با افزایش غلظت گالاکتومانان‌ها سختی و شکنندگی ژل آگار کاهش می‌یابد.

در کاربرد مخلوط هیدروکلوئیدها، عوامل غیرژلی و ویسکوزدهنده با عوامل ژل‌دهنده بطور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرند، بدین ترتیب ویسکوزیته را افزایش یا خواص ژل‌ها بهتر شده و در نهایت الاستیسیته بیشتری ایجاد می‌شود (Williams and Phillips, 2000). Setser و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند هرچه واکنش بین اجزای پلیمر بیشتر باشد، حلالیت کاهش یافته و عموما منتهی به تشکیل ژل با خاصیت فنر مانند و لاستیکی می‌شود.

چسبندگی

همانطور که در نتایج مقایسه میانگین‌ها مشاهده می‌گردد (جدول۴)، بیشترین چسبندگی مربوط به نمونه شماره ۱، با حداقل میزان ژلاتین و گوار در نمونه‌ها بود. کمترین چسبندگی مربوط به نمونه شماره ۶ بود. این فرمول با نمونه‌های شماره ۲، ۳، ۴، ۵، ۷، ۸ و ۹ اختلاف معنی‌دار نداشت.

نتایج حاکی از آن بود که در غلظت‌های ثابت ژلاتین، افزایش گوار در فرمولاسیون، باعث کاهش چسبندگی و همچنین در غلظت‌های ثابت گوار، افزایش ژلاتین، منجر به تغییرمعنی‌داری در چسبندگی نمونه‌ها نشد (P> ۰/۰۵).

Jain وBabbar (۲۰۱۱) در طی یک پژوهش، در بخشی از کار خود به رئولوژی آگار با چند هیدروکلوئید دیگر از جمله گوار پرداختند. نتایج آنها نشان داد در ژل مخلوط آگار و گوار، با افزایش درصد آگار، در حالتی که غلظت کل صمغ ثابت باقی بماند، میزان چسبندگی ژل کاهش یافت اما سفتی، استحکام و مقاومت ژل روند افزایشی داشتند. نتایج این تحقیق ، مطابقت با پژوهش حاضر دارد.

میزان جویدن

مطابق جدول شماره ۴، نمونه‌های شماره ۳ و ۹ بیشترین میزان جویدن و بقیه نمونه‌ها کمترین میزان جویدن را داشتند. نتایج بیانگر این موضوع بودند با افزایش گوار در فرمولاسیون، در صورت ثابت

ماندن غلظت ژلاتین، میزان جویدن افزایش یافت.

Boland و همکاران (۲۰۰۶) اظهار داشتند ژل‌های منسجم‌تر به مدت طولانی‌تری جویده می‌شوند. جویدن باعث شکست ساختار غذا و افزایش سطح نواحی در دسترس برای پخش مواد معطر می‌گردد که این مسئله افزایش رهاسازی طعم را به دنبال دارد. در بخش مربوط به پیوستگی بافت، نتایج نشان داد که با افزایش گوار پیوستگی و انسجام نمونه‌ها افزایش یافته است. بنابراین می‌توان گفت کـه ایـن افـزایش پیوستگی ناشی از صمغ گوار در فرمولاسیون، منجر به افزایش میزان جویدن نمونه‌ها گردیده است.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، پاستیل توت سـفید بـا اسـتفاده از غلظـت‌هـای مختلف ژلاتین و گوار تهیه شد. رنگ، ویژگـی‌هـای بـافتی و حسـی فرآورده‌های نهایی مورد بررسی قرار گرفتند. نتـایج حاصـل از تـاثیر هیدروکلوئیدها بر برخی از ویژگی‌های حسی پاستیل توت نظیر طعم، سفتی بافت، الاستیسیته، قابلیت جویدن، میزان چسبندگی و پـذیرش کلی نمونه‌ها توسط مصرف‌کننده معنی‌دار نبودند. آنالیز داده‌های اثـر هیدروکلوئیدها بر اندیس‌های رنگی معنی‌دار بودند. نمونـه شـماره ۶ (۱٪ گوار و ۱٪ ژلاتین) با داشتن بیشترین میـزان شـفافیت و زردی، فرمول بهینه از نظر رنگ تعیین شد. بررسی حاصل از ارزیابی پروفایل بافتی نشان داد، تغییر در مقادیر هیدروکلوئیدهای مصرفی در فرمولاسیون، روند منظمـی بـر سـختی نمونه‌هـا نداشـت. افـزایش گـوار باعـث افـزایش میـزان پیوسـتگی، الاستیسیته و قابلیت جویدن و کاهش میزان چسبندگی در نمونـه‌هـا شد. از آنجا که در بین فرمول‌های بدست آمده از توت (پاستیل)، نمونه حاوی ۱٪ گوار و ۱٪ ژلاتین کمترین میزان سـختی، چسـبندگی بـه دنـدان و قابلیـت جویـدن را داشـت، بـه‌عنـوان نمونـه برتـر از نظـر خصوصیات بافتی معرفی شد. تولید پاستیل میوه‌ای در مقیاس تجاری علاوه بر جلوگیری از ضایعات میوه، به دلیل طبیعی بودن مواد اولیـه آن و ارزش غذایی بالا به ویژه از نظر میزان مواد معدنی، ویتامین‌ها و فیبر، زمان ماندگاری بالا، طعم مطلوب و میزان انرژی زایی می‌تواند مورد توجه قشر وسیعی از جامعه بـه ویـژه کودکـان، زنـان بـاردار و ورزشکاران قرار بگیرد.

تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی مرکز تحقیقـات کشـاورزی و منـابع طبیعـی خراسان رضوی و معاونـت پژوهشـی دانشـکده کشـاورزی دانشـگاه فردوسی مشهد برای تصویب و اجرای طرح که به صـورت مشـترک پذیرفته شده بود نهایت تشکر و سپاس دارد.

منابع

Abd Karim, A, Sulebele, G.A, Azhar, M.E, Ping, C.Y.1999.Effect of Carrageenan on yield and properties of Tofu. *Food Chemistry*. 66: 159-165.

Akbulut, M., C, Pekic, C and Oklar, H. 2006. Determination of some chemical properties and mineral contents of different mulberry varieties, Ulusal Uzumsu Sempozyumu, 14-16 Eylul, *Tokat*: 176-180 (in Turkish).

Al-Juhaimi, F. Y. 2014. Physicochemical and Sensory Characteristics of Arabic Gum-Coated Tomato (SolanumLycopersicum L.) Fruits during Storage. *Journal of Food Processing and Preservation*. 38 (3): 971–979.

Ben-zion, O and Nussinovitch. 1997. A prediction of the compressive deformabilities of multilayered gels and texturized fruit, glued together by three different adhesion techniques. *Food Hydrocolloids*. 11(3): 253-260.

Boland A.B., Delahunty C.M., Van Ruth S.M. 2006. Influence of the textire of gelatin gels and pectin gels on strawberry flavor release and perception. *Food Chemistry*, 96:452-460.

Carr, J., Baloga, C., Guinard, X., Lawter, L., Marty, C and Squire, C. 1996. The effect of gelling agent type and concentration on flavor release in model systems. In: Flavor – food interactions (McGorrin, R. J. and Leland, J. V eds.), American Oil Chemical Society. *Washington*, DC. pp: 98–108.

Cayot, N., Taisant, C and Voilley, A. 1998. Release and perception of isoamyl acetate from a starch-based food matrix. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 3201–3206.

Cui, W., Eskin, N. A. M., Biliaderis, C. G and Mazzad, G. 1995. Synergistic interactions between yellow mustard polysaccharides and galactomannans. *Carbohydrate Polymers*, 21: 123-127.

Doublier, J. L. and Cuvelier, G. 1996. Gums and Hydrocolloids: functional aspects. In: Carbohydrates in food. (Eliasson, A.-C. ed.), Basel, Marcel Dekker. New York, pp: 283–318.

Ercisli, S. 2004. A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. Genetic Resources and Crop Evaluation, 51: 419–435.

Ganbarzadeh, B., Almasih, H., Entezami, A. 2010. Physical properties of edible modified starch/carboxymethyl cellulose film. *Innovative food science and emerging technologies*. 11: 679-702.

Ghiafeh Davoodi, M., Nikkhah, Sh., Seyed Yaghobi, A. 2009. Effect of using of physical and chemical pre treatments on quality and sensory properties of dried white mulberry. *Journal of Food Science and Technology*. 6 (3): 55-60.

Ghodke, S. K. and Laxmi, A. 2007. Influence of Additives on Rheological Characteristics of Whole-wheat Dough and

Quality of Chapatti (Indian Unleavened Flat Bread). Part l. Hydrocolloids. Food Hydrocol, 21: 110-117.
Glicksman, M. 1982. *Food Hydrocolloids*. Vol.3, CRC press. Florida.
Goldstein, A.M., Alter, E.N., Seaman, J.K. 1973. Guar gum. In: whistler RL, editor, Industrial gums, 2nd edition. New York: *Academicl Press*: 303 – 321.
Guichard, E., Issanchou, S., Descourvieres, A and Etievant, P. 1991. Pectin concentration, molecular weight and degree of esterification. *Journal of Food Science*, 56 (6): 1621–1627.
Guinard, J. X and Marty, C. 1995. Time-intensity measurement of flavor release from a model gel system: effect of gelling agent type and concentration. *Journal of Food Science*, 60 (4): 727–730.
Guine, R. P. F., Joao Barroca, M. 2012. Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and green pepper). *Food and Bioproducts Processing*, 90 (1): 58-63.
Gundogdu, M., Muradoglu, F., Gazioglu Sensoy, R. I., Yilmaz, H. 2011. Determination of fruit chemical properties of Morus nigra L., Morus Alba L. and Morus rubra L. by HPLC. *Scientia Horticulturae*, 132: 37- 41.
Hansson, A., Andersson, J and Leufven, A. 2001. The effect of sugars and pectin on flavor release from a softe drinkrelated model system. *Food Chemistry*, 72: 363-368.
Hansen.M. Blennow, A. & Pedersen, S. 2008. Gel texture and chain structure of amylomaltase-modified starches compared to gelatin. *Food Hydrocolloids*, 22: 1551–1566.
Hernandez M.J., Duran L., Costell E. 1999. Influence of composition on mechanical properties of strawberry gels. Compression test and texture profile analysis. *Food Science and Technology International*, 5: 79-87.
Jain, R and S. B. Babbar. 2011. Evaluation of belends of altenative gelling agents with agar and development xanthagar, a gelling mix, suitable for plant tissue culture media. *Asian Journal of Biotechnology*, 3(2): 153- 164.
Javanmard, M., Ling Chin, N., Mirhosseini, S. H., Endan, J. 2012. Characteristics of gelling agent substituted fruit jam: studies on the textural, optical, physicochemical and sensory properties. *International Journal of Food Science and Technology*, pages: 1-11.
Karakaya S., El, S. N., TAS, A. A. 2001. Antioxidant activity of some foods containing phenolic compounds. *International Journal of Food Sciences & Nutrition*, 52 (6): 501-8.
Khalilian, S., Shahidi, F., Elahi, E., Mehebbi, M., Sarmad, M., Roshan Nejad, M. 2011. The effect of different concentrations of pectin and xanthan gum on sensory properties and water activity of the fruit pastille based on cantaloupe puree. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. 7 (3): 200-209.
Khazaiy Pool, E., Shahidi, F., Mortazavi, A., Mohebbi, M. 2013. Kiwi pastille formulation and effect of different concentrations of agar and guar on moisture content, textural and sensory properties. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. 10 (1): 27-37.
Kealy T. 2006. Application of liquid and solid rheological technologies to the textural characterization of semi-solid food. *Food Reserch International*, 39: 265-276.
Korus, J., Witczak, M., Ziobro, R., Juszczak, L. 2009. The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread. *Food Hydrocolloids*, 23: 988–995.
Koyuncu, F. 2004. Organic acid composition of native black mulberry fruit. *Chemistry of Natural Compounds*, 40 (4): 367-369.
Lau, M., Tang, J and Paulson, A. T. 2000. Texture profile and turbidity of gellan / gelatin mixed gels. *Journal Food Research International*, 33: 665-671.
Lin, J. Y and Tang, C. Y. 2007. Determination of total phenolics and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food Chemistry*, 101 (1): 140 – 147.
Lin, J. Y and Tang, C. Y. 2008. Total phenolic contents in selected fruit and vegetable juices exhibit a positive correlation with interferon-γ, interleukin-5, and interleukin-2 secretions using primary mouse splenocytes. *Journal of Food Compositon Analysis*, 21: 45–53.
Lucyszyn, N., Quoirin, M., Koehler, H.S., Reicher and Sierakowski. M. R. 2009. Agar/galactomannan blends for strawberry (Fragaria x ananassa Duchesne cv. Pelican micropropagation. *Scientia Horticulturae*, 107: 358-364.
Machii, H., Koyama, A., Yamanouchi, H. 2000. FAO Electronic Conference: Mulberry for animal production. Available from http: //www.fao.org/livestock/agap/frg/mulberry.
Maghami KIA, H., Shahidi, F., Mohamadi Sani., A. 2013. Evaluation of the effect of grape concentrate instead invert syrup in soymilk pastille formulation a nutritional values and sensory properties. 1st International e-Conference on *Novel Food Processing* (IECFP): 2-26.
Morris, E. R. 1990. In food gels ،Edited by Harris, P., and Elsevier applied science London, UK, 8: 291.
Nakamura, Y., Watanabe, S., Miyake, N., Kohno, H and Osawa, T. 2003. Dihydrochalcones: evaluation as novel radical scavenging antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 3309–3312.
Nussinovitch, I. J. Kopelman and S. Mizrahi .1991. Mechanical properties of composite fruit products based on hydrocolloid gel, fruit pulp and sugar. *Lebensmittel- Wissenchaft und-Technologie*, 24 (3): 214-217.
Ozgen, M., Kaya, C. 2009. Phytochemical and antioxidant properties of anthocyanin-rich Morus nigra and Morus rubra fruits. Scientific *Horticulture*, 119: 275-279.

Parvaneh, V. 1991. Food quality control and chemistry testing. Tehran University Press.
Pawlosky, R. J., Ward, G. and Salem, N. 1996. Essential fatty acid uptake and metabolism in the developing rodent brain. Lipids, 31: 103–107.
Piotr P. 2004. Water as the determinant of food engineering properties. A review. Journal of Food Engineering, 61: 483– 495.
Primo-Martı´n, C., de Beukelaer, H., Hamer, R.J., and Van Vliet, T. 2008. Fracture behavior of bread crust: Effect of ingredient modification. *Journal of Cereal Science*, 48: 604–612.
Rahimi Dogahi, P., Shahidi, F., Boloriyan, Sh., Mohammadi Sani, A. 2013. Evaluation on color Parameter of pastille based on tomato. 21th *National Congress of Food Science and Technology*.
Rezaee, R., Shahidi, F., Elahi, M., Mohebbi, M., Nassiri Mahallati, M. 2012. Texture Profile Analysis of Plum Pastille by Sensory and Instrumental Methods and Optimization of its Formulation. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. 8 (1): 30-39.
Sacks, E. J & Francis, D. M. 2001. Genetic and environmental variation for tomato flesh color in a population of modern breeding lines. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126 (2): 221–226.
Sahari, M. A. 2002. *Chemical color compounds in food*. Andishmand Press.
Sengul, S., Ertugay, M. F and Sengul, M. 2005. Rheological, physical and chemical characteristics of mulberry pekmez. *Food Control*, 16: 73–76.
Setser, C.S. and Brannan, G.D. 2003. Carbohydrates/Sensory properties. Elsevier Science Ltd.
Shahidi, F., Rezaee , R., Mohebbi , M. 2010. Fruit pastille based on pumpkin, new product production from pumpkin. Journal of Food Science and Technology, special issue 19th *National Congress of Food Science and Technology*.
Shahidi, F., Khalilian, S., Mohebbi, M., Khazaee, E., Maghami Kia, H. 2012. Evaluation of the effects of starch and guar on textural parameters, color parameters and acceptance of carrot pastille. *Journal of food processing and preservation*, 4 (2): 15-28 .
Shahrestani, N. 1998. Iran berry fruits. Gilan University Press. 131-149.
Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.
Szczesniak, A. S. 2002. Texture is a sensory property, *Journal Food Quality and Preference*, 13: 215-225.
Tsami, E, Marinous, DM. 1990. Water sorption isotherms of raisins, currant, figs, prunes and apricots.*Journal of Food science*, 55: 1594- 1597.
Williams, P. A and Phillips, G. O. 2000. Hand of hydrocolloid. Introduction to food hydrocolloids. Woodhead *Publishing Limited and CRC Press* LLC.
Yildiz, O and Alpaslan, M. 2012. Rose Hip Marmalade, *Food Technology Biotechnology*, 50 (1): 98–106.
Zadernowski, R., Naczk, M and Nesterowiz, J. 2005. Phenolic acid profiles in some small berries. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53: 2118-2124.
Zhang, W., Han, F and Duan, C. 2008. HPLC-DAD-ESI-MS/MS analysis and antioxidant activities of non anthocyanin phenolics in mulberry (Morus Alba L.). *Journal of Food Science*, 3 (51): 512-518.

.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 1, Apr. May. 2017, p. 1- 13

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۳، شماره ۱، فروردین-اردیبهشت ۱۳۹۶ ص.۱۳-۱

Investigation on the effects of different amounts of gellatin and guar on texture, organoleptic and color properties of white mulberry pastille

Sh. Basiri[1]*, F. Shahidi[2]

Received: 2014.12.14
Accepted: 2015.06.04

Introduction: *Morus Alba*, known as white mulberry, is a short-lived, fast-growing and small to medium sized mulberry tree, which grows to 10–20 meters tall. The species is native to northern China, and is widely cultivated and naturalized elsewhere. The fruit is 1–2.5 cm long in the species in the wild, it is deep purple, but in many cultivated plants it varies from white to pink, being sweet and bland. The fruits are also eaten, often dried or made into wine or vinegar. In traditional Chinese medicine, the fruit is used to treat prematurely grey hair, to tonify the blood, and treat constipation and diabetes. White mulberry is a fruit with high nutritional quality. The shelf life of mulberry is short due to its high moisture content. Dried mulberry and its molasses are popular products from mulberry fruit. Hydrocolloids are used in fruit snacks formulations to create novel texture, increase stability for their water-holding capacity, improve texture and have an impact on flavor release and other structural and sensory properties in the respective products. Hydrocolloids are also widely used in the food industry as thickeners, stabilizers and gelling agents in various products including ice cream, sauces, jellies and pastille products. Guar gam is kind of long-chain galacto-mannan with high molecular weight, obtained from endosperm of guar plant. This type of synergistic behavior among polysaccharides is commercially valuable, because it creates a novel texture and a more desirable structure. The aim of this research is to produce mulberry pastille as a novel and value added product with long shelf life. Beside it can be introduced as a healthy snack replacing sugar.

Materials and methods: The materials include mulberry puree, hydrocolloids (Gelatin and guar) and citric acid. Berries were collected from the gardens around Mashhad (Iran). Guar was purchased from Sigma Chemical Company, citric acid was purchased from Merk Chemical Company, Germany.

Gelatin (0, 1, and 2 %) and Guar (0, 0.5, and 1 %) were used for pastille formulations. To produce fruit pastille based on mulberry puree, the prepared puree was mixed into hydrocolloids. After measure pH and moderating to PH = 4.3 by adding acid citric in 40 % concentration and controlling the Brix degree to constant Brix of 45, the mixture was prepared. Then the prepared mixture was poured into a network framework of steel origin in the cavities with 1.2×1/2 and the molds were hold in the refrigerator for 2 hours with 4°C to fasten the gel. The obtained gel was taken out of the mold cavities and placed in a glass plate. The samples were then dried at 70° C in a hot air drier with airflow rate of 1.5 m/s for 6 hours. The samples were evicted every 30 minutes. Parameters such as color, sensory and textural characteristics of samples were investigated. Statistical design was 2 factors factorial with three replicates adopted completely randomized design.

Results and Discussion: The results of texture evaluation showed that increasing guar gum improves the cohesion, elasticity and chewiness of the samples, while their adhesion were decreases.

Conclusion: Mulberry pastille including 1% Guar and 1% Gelatin having the lowest amount of firmness, adhesion, chewiness and suitable color characteristics, was determined as the best formulation among the other investigated samples.

Key words: Hydrocolloid, Mulberry Pastille, Organoleptic Characteristics, Texture Properties.

1. Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department , Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Mashhad, Iran.
2. Professor, Department of Food Science and Technology, Agriculture Fculty, Ferdowsi University of Mashhad.
(*Corresponding Author Email: shbasiri35@yahoo.com)